

## NICKEL PLATING METHOD AND SEMICONDUCTOR DEVICE

Patent Number: JP2000038682

Publication date: 2000-02-08

Inventor(s): MAKINO YUTAKA; WATANABE EIJI; NAKADA MINORU

Applicant(s): FUJITSU LTD

Requested Patent:  JP2000038682

Application Number: JP19980208842 19980724

Priority Number(s):

IPC Classification: C23C18/36; H01L21/60

EC Classification:

Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a nickel plating method capable of forming a nickel plating film good in solder wettability in a relatively short time.

**SOLUTION:** On an aluminum pad 12 formed on a silicon wafer 10, a primary nickel plating film 14a having  $\geq 5$  wt.% P content is formed by using an electroless nickel plating soln. of a medium phosphorus type or a high phosphorus type to secure its barrier properties. After that, a secondary nickel plating film 14b having  $<5$  wt.% P content is formed by using an electroless nickel plating soln. of a low phosphorus type to secure its solder wettability.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-38682

(P2000-38682A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int.Cl.  
C 23 C 18/36  
H 01 L 21/60

識別記号  
3 1 1

F I  
C 23 C 18/36  
H 01 L 21/60

テマコード(参考)  
4 K 0 2 2  
3 1 1 Q 4 M 1 0 5

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平10-208842

(22)出願日 平成10年7月24日(1998.7.24)

(71)出願人 000005223  
富士通株式会社  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号  
(72)発明者 牧野 豊  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 渡辺 英二  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(74)代理人 100091672  
弁理士 岡本 啓三

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ニッケルめっき方法及び半導体装置

(57)【要約】

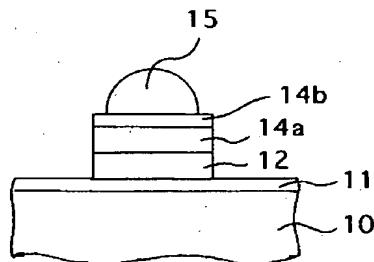
【課題】 半田濡れ性が良好なニッケルめっき膜を比較的短時間で形成できるニッケルめっき方法を提供する。

【解決手段】 シリコンウェハ10上に形成されたアルミニウムパッド12の上に、中リンタイプ又は高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用し、P含有率が5wt%以上の第1のニッケルめっき膜14aを形成して、バリア性を確保する。その後、低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用し、P含有率が5wt%未満の第2のニッケルめっき膜14bを形成して、半田濡れ性を確保する。

12: パッド

14a: 第1のニッケルめっき膜

14b: 第2のニッケルめっき膜



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被めっき材の表面に第1のニッケルめっき膜を形成する第1のニッケルめっき工程と、前記第1のニッケルめっき膜の上に、前記第1のニッケルめっき膜よりもリン含有率が低い第2のニッケルめっき膜を形成する第2のニッケルめっき工程とを有することを特徴とするニッケルめっき方法。

【請求項2】 前記第1のニッケルめっき膜は中リンタイプ又は高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して形成し、前記第2のニッケルめっき膜は低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して形成することを特徴とする請求項1に記載のニッケルめっき方法。

【請求項3】 前記第1のニッケルめっき膜中のリン含有率が5wt%以上であり、前記第2のニッケルめっき膜のリン含有率が5wt%未満であることを特徴とする請求項1に記載のニッケルめっき方法。

【請求項4】 前記被めっき材の表面はアルミニウムからなることを特徴とする請求項1に記載のニッケルめっき方法。

【請求項5】 前記第1のニッケルめっき工程の前に、前記被めっき材の表面をパラジウム水溶液、亜鉛水溶液及びニッケル水溶液のいずれか1種の水溶液により表面処理する工程を有することを特徴とする請求項1に記載のニッケルめっき方法。

【請求項6】 前記第2のニッケルめっき工程の前に、前記第1のニッケルめっき膜の表面をパラジウム水溶液、亜鉛水溶液及びニッケル水溶液のいずれか1種の水溶液により表面処理する工程を有することを特徴とする請求項1又は5に記載のニッケルめっき方法。

【請求項7】 半導体基板の上に形成されたパッドと、前記パッドの上に形成されたリン含有率が5wt%以上の第1のニッケルめっき膜と、

前記第1のニッケルめっき膜の上に形成されたリン含有率が5wt%未満の第2のニッケルめっき膜とを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項8】 前記パッドはアルミニウムからなることを特徴とする請求項7に記載の半導体装置。

【請求項9】 前記第2のニッケルめっき膜の上に形成された半田バンプを有することを特徴とする請求項7に記載の半導体装置。

【請求項10】 前記第2のニッケルめっき膜の上に、金、白金及びパラジウムからなる群から選択されたいずれか1種以上の元素を主成分とする金属膜が形成されていることを特徴とする請求項7に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ニッケルめっき膜の形成方法及び半導体装置に関し、特に半田バンプを介して実装基板に実装される半導体装置のパッド表面のニッケルめっき膜の形成に好適なニッケルめっき方法に関する

する。

【0002】

【従来の技術】 近年、電子機器の小型化及び軽量化が促進されており、基板上に高密度に実装できるフリップチップ型半導体装置が注目されている。フリップチップ型半導体装置では、図3に示すように、半導体装置50のパッド52の表面上に金属からなる半球状のバンプ55を形成し、バンプ55が形成された面を実装基板60側に向けて半導体装置50と基板60と配置する。そして、バンプ55を基板60に設けられた電極(図示せず)に融着させ、パッド52と基板60の電極とを電気的及び機械的に接続する。

【0003】 一般的に、半導体装置50のパッド52はアルミニウム(アルミニウム合金を含む; 以下同じ)により形成しており、バンプ55は半田により形成されているので、パッド52の表面にアルミニウムと半田との反応を防止するためのバリアメタルとしてニッケルめっき膜を形成している。このニッケルめっき膜は、無電解ニッケルめっきにより形成しているが、従来は、無電解ニッケルめっき液として、ニッケルの析出速度が速く、析出性に優れていることから、リン濃度が比較的高い中リンタイプ又は高リンタイプのめっき液を使用し、1回のめっきで所定の厚さのニッケルめっき膜を形成している。なお、中リンタイプのめっき液とは、リン含有率が5wt%以上のニッケルめっき膜が形成されるめっき液、高リンタイプのめっき液とは、リン含有率が約9~10wt%以上のニッケルめっき膜が形成されるめっき液をいう。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上述の如く、従来は、ニッケルの析出速度が速く、かつ析出性が優れた中リンタイプ又は高リンタイプのめっき液が使用されている。このため、比較的短時間で所望の厚さのニッケルめっき膜を形成できるとともに、めっき不良も発生しにくい。しかしながら、中リンタイプ又は高リンタイプのめっき液を使用して形成されたニッケルめっき膜は、半田濡れ性が十分でないという欠点がある。このため、半田バンプを形成する際に半田がニッケル膜上に適切に転写されず、バンプの形状にばらつきが発生するなどの問題がある。

【0005】 上記の問題を解消するために、半田濡れ性が優れた低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用してニッケルめっき膜を形成することが考えられるが、その場合はニッケルの析出速度が遅くなり、ニッケルめっき膜を所定の厚さに形成するまでに時間がかかり、製造コストが上昇するという新たな問題点が発生する。また、低リンタイプのめっき液では、ニッケルの析出性も劣るため、パッドの表面にニッケルが被着されない部分が発生することもある。

【0006】 なお、特開昭60-236251号には、

TO型パッケージのリード線（鉄ニッケル合金又は鉄ニッケルコバルト合金）に無電解ニッケルーリンめっき皮膜を形成し、その上に無電解ニッケルーボロンめっき皮膜を形成することが記載されている。しかし、ボロン系のニッケルめっき皮膜はリン系のニッケルめっき皮膜に比べて密着性が劣るという欠点がある。

【0007】本発明の目的は、半田濡れ性が良好なニッケルめっき膜を比較的短時間で形成できるニッケルめっき方法を提供することである。また、本発明の他の目的は、バリア性が良好であるとともに、半田濡れ性が優れたニッケルめっき膜を有する半導体装置を提供することである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記した課題は、被めっき材の表面に第1のニッケルめっき膜を形成する第1のニッケルめっき工程と、前記第1のニッケルめっき膜の上に、前記第1のニッケルめっき膜よりもリン含有率が低い第2のニッケルめっき膜を形成する第2のニッケルめっき工程とを有することを特徴とするニッケルめっき方法により解決する。

【0009】上記した課題は、半導体基板の上に形成されたパッドと、前記パッドの上に形成されたリン含有率が5wt%以上の第1のニッケルめっき膜と、前記第1のニッケルめっき膜の上に形成されたリン含有率が5wt%未満の第2のニッケルめっき膜とを有することを特徴とする半導体装置により解決する。以下、作用について説明する。

【0010】無電解ニッケルめっきでは、めっき液中のリン濃度が高いと、ニッケルの析出速度が速く、析出性も良好であるものの、リン含有率が高いニッケルめっき膜が形成され、半田濡れ性が悪くなる。一方、めっき液中のリン濃度が低いと、ニッケルの析出速度は遅いものの、半田濡れ性が良好なニッケルめっき膜が形成される。

【0011】そこで、本発明においては、例えば、めっき膜中のリン含有率が5wt%以上となる中リンタイプ又は高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して、被めっき材の表面上に第1のニッケルめっき膜を形成する。この場合、めっき液中のリン濃度が高いので、ニッケルの析出速度が速く、析出性も良好である。その後、例えばめっき膜中のリン含有率が5wt%未満となる低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して、第1のニッケルめっき膜上に第2のニッケルめっき膜を形成する。この場合、めっき液中のリン濃度が低いので、半田濡れ性が優れたニッケルめっき膜が形成される。

【0012】半導体装置のパッド表面に形成するニッケルめっき膜の場合、バリア性と半田濡れ性が要求される。十分なバリア性を得るためににはニッケルめっき膜の厚さはある程度厚くする必要がある。一方、リン含有率

が低いニッケルめっき膜の場合、比較的薄くしても良好な半田濡れ性を得ることができる。従って、本発明においては、中リンタイプ又は高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して、十分なバリア性が得られる厚さに第1のニッケルめっき膜を形成し、低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して、第1のニッケルめっき膜の上に、良好な半田濡れ性を得られる厚さに第2のニッケルめっき膜を形成する。これにより、めっき膜の形成に要する時間が比較的短くても、十分なバリア性及び半田濡れ性を得ることができ、製造コストの増加が抑制される。

【0013】第1のニッケルめっき膜を形成する前に、被めっき材の表面をパラジウム(Pd)水溶液、亜鉛(Zn)水溶液又はニッケル(Ni)水溶液で表面処理することが好ましい。被めっき材の表面がこれらの水溶液に接触すると、被めっき材の表面にPd、Zn又はNiが置換析出し、その後の第1のニッケルめっき膜形成時にこれらの元素を核として被めっき材の表面上にNiが析出する。これにより、第1のニッケルめっき膜の析出性が向上する。また、第1のニッケルめっき膜を形成した後、第1のニッケルめっき膜の表面をパラジウム水溶液、亜鉛水溶液又はニッケル水溶液で表面処理してもよい。この場合は、第2のニッケルめっき膜の析出性が向上する。

【0014】このようにしてパッドの表面に第1及び第2のニッケルめっき膜を形成した半導体装置は、パッド表面の半田濡れ性が優れ、均一な形状の半田パンプを形成することができる。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、添付の図面を参照して説明する。

(第1の実施の形態) 図1は本発明の第1の実施の形態による半導体装置の製造方法を示す図である。

【0016】まず、シリコンウェハ10に所定の半導体素子及び配線(いずれも図示せず)を形成し、その上にパッシバーション膜(絶縁膜)11を被覆する。そして、パッシバーション膜11にコンタクトホール(図示せず)を形成した後、ウェハ10の上側全面にアルミニウム膜を形成し、該アルミニウム膜をパターニングして、パッド12を形成する。これらのパッド12は、前記コンタクトホールを介して半導体素子及び配線に電気的に接続される。

【0017】次に、パッド12の表面を前処理した後、パッド12の上に第1及び第2のニッケルめっき膜14a、14bを順次形成する。以下、これらの前処理及びめっき時の条件について説明する。

(めっき前処理) めっき前処理として、パラジウム(Pd)水溶液を使用してパッド12を表面処理する。すなわち、処理液としてパラジウムを60ppm含有する塩化パラジウム溶液を使用し、これに水酸化ナトリウム

(NaOH) を添加して pH を 1.1 とする。そして、この処理液の温度を 25°C とし、パッド 1/2 の表面を処理液に 1 分間浸漬する。これにより、パッド 1/2 の表面に Pd が置換析出する。その後、水洗によりパッド 1/2 の表面を清浄化する。これにより、めっき前処理が完了する。

【0018】(第1のニッケルめっき) 上記のようにして Pd 水溶液によりめっき前処理を施した後、高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して、パッド 1/2 の表面上に第1の無電解ニッケルめっきを行い、第1のニッケルめっき膜 1/4a を形成する。めっき液は以下の組成とする。

【0019】

硫酸ニッケル	10 g/リットル
クエン酸カリウム	20 g/リットル
次亜リン酸ナトリウム	25 g/リットル
pH	5.0 (硫酸又はアンモニア水にて調整)

上記の組成の無電解ニッケルめっき液を 80°C に加温して、パッド 1/2 の表面をめっき液に 5 分間浸漬する。これにより、パッド 1/2 の表面に、P 含有率が約 1.2 wt % の第1のニッケルめっき膜 1/4a が形成される。高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用した場合、ニッケルの析出速度が優れ、かつ析出速度が速いので、比較的短時間でニッケルめっき膜の厚さを所望の厚さとすることができる。上記の条件の場合、第1のニッケルめっき膜の膜厚は 2 μm となる。

【0020】(第2のニッケルめっき) 第1のニッケルめっき膜 1/4a の形成に続いて、低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して、第1のめっき膜 1/4a の上に第2のニッケルめっき膜 1/4b を形成する。このとき、めっき液は以下の組成とする。

硫酸ニッケル	10 g/リットル
クエン酸カリウム	20 g/リットル
次亜リン酸ナトリウム	15 g/リットル
pH	5.0 (硫酸又はアンモニア水にて調整)

上記の組成の無電解ニッケルめっき液を 80°C に加温して、パッド表面をめっき液に 5 分間浸漬する。これにより、パッド 1/2 の表面に、P 含有率が約 4 wt % の第2のニッケルめっき膜 1/4b が形成される。低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用した場合、ニッケルの析出速度は遅いものの、半田漏れ性を確保できる厚さだけニッケルめっき膜を形成すればよいので、長時間めっきする必要はない。上記の条件の場合、第2のニッケルめっき膜の膜厚は 0.5 μm となる。

【0021】このようにして、パッド 1/2 の表面上に第1及び第2のニッケルめっき膜 1/4a, 1/4b を形成した後、第2のニッケルめっき膜 1/4b の上に、例えば印刷等により半田を転写してパンプ 1/5 とする。上述のよ

うに、本実施の形態においては、高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用してパッド 1/2 の上に第1のニッケルめっき膜 1/4a を形成してバリア性を確保し、その後低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して第1のニッケルめっき膜 1/4a の上に半田漏れ性が優れた第2のニッケルめっき膜を形成するので、ニッケルめっき膜の形成に要する時間が比較的短時間でよく、十分なバリア性と半田漏れ性を確保することができる。

【0022】また、本実施の形態では、下地となるアルミニウムパッド 1/2 の表面を Pd 水溶液により表面処理(前処理)した後、第1の無電解ニッケルめっきを行うので、パッドの表面にニッケルが均一に析出する。これにより、めっき不良の発生を削減できるという効果が得られる。

(第2の実施の形態) 以下、本発明の第2の実施の形態による半導体装置の製造方法について説明する。なお、本実施の形態が第1の実施の形態と異なる点は、めっき前処理方法が異なることになり、その他の構成は基本的に第1の実施の形態と同様であるので、本実施の形態においても図1を参照して説明する。

【0023】まず、第1の実施の形態と同様に、シリコンウェハ 1/0 に半導体素子(図示せず)、配線(図示せず)及びパッシベーション膜 1/1 を形成し、パッシベーション膜 1/1 の上にアルミニウムパッド 1/2 を形成する。そして、下記に示す方法により、亜鉛水溶液を使用して、パッド 1/2 の表面に前処理を施す。

(めっき前処理) めっき前処理として、亜鉛 (Zn) 水溶液によりパッド 1/2 を表面処理する。すなわち、処理液として水酸化ナトリウムの濃度が 60 g/リットル、酸化亜鉛の濃度が 1.2 g/リットル、酒石酸ナトリウムの濃度が 20 g/リットルの水溶液を処理液とする。そして、この処理液の温度を 25°C とし、パッド 1/2 の表面を処理液に 60 秒間浸漬する。その後、水洗によりパッド 1/2 の表面を清浄化する。

【0024】次に、水洗の後、1 リットルの水につき濃硝酸を 300 m リットル含有する 25°C の溶液中にパッド 1/2 を 10 秒間浸漬し、次いで再度水洗した後、再び先の処理液中に 30 秒間浸漬する。次いで、水洗によりパッド 1/2 の表面を清浄化する。これにより、Zn 水溶液を使用しためっき前処理が完了する。その後、第1の実施の形態と同様にして、パッド 1/2 の表面に第1及び第2のニッケルめっき膜 1/4a, 1/4b を形成する。そして、パッド 1/2 の表面(第2のニッケルめっき膜 1/4b) の上に、例えば印刷等により半田を転写してパンプとする。

【0025】本実施の形態においても、第1の実施の形態と同様の効果が得られる。

(半田漏れ性の評価) 以下、本発明方法により形成したニッケルめっき膜の表面の半田漏れ性を調べた結果について、従来例と比較して説明する。まず、図2に示すように、シリコン基板 2/0 の上にアルミニウムからなるパ

ッド22を形成した後、全面にパッシベーション膜21を形成した。そして、パッド22の上のパッシベーション膜21をエッチングして、パッド22の表面を露出させた。

【0026】次に、実施例として、高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用してアルミニウムパッド22の上に第1のニッケルめっき膜24aを2μmの厚さに形成し、その後、低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して第1のニッケルめっき膜24aの上に第2のニッケルめっき膜24bを0.5μmの厚さに形成した。なお、無電解ニッケルめっき液の組成は前述した通りである。

【0027】一方、従来例として、高リンタイプの無電解ニッケルめっき液のみを使用して、アルミニウムパッド22の上にニッケルめっき膜を2.5μmの厚さに形成した。そして、240°Cに維持された溶融状態の共晶半田浴を用意し、半田浴に超音波振動を加えつつ、実施例及び比較例のサンプルをそれぞれ50個づつ半田浴中に5秒間浸漬して、パッド(ニッケルめっき膜24b)の上に半田を付着させた。

【0028】その後、目視により半田濡れ性を調べた。その結果、実施例では50個のサンプルの全数が、半田濡れ性が良好と認められるものであった。一方、比較例では50個のサンプルのうち半田濡れ性が良好であったのは41個であり、残りの9個は半田濡れ性が十分ではなかった。のことから、本発明が半田濡れ性の改善に有効であることが確認できた。

【0029】なお、上記の第1及び第2の実施の形態においては、いずれも第1のニッケルめっき膜形成前の下地に対してパラジウム水溶液又は亜鉛水溶液を使用して表面処理する場合について説明したが、第2のニッケルめっき膜の形成の前に、すなわち第1のニッケルめっき膜に対して、パラジウム水溶液、亜鉛水溶液又はニッケル水溶液により表面処理してもよい。この場合は、第2のニッケルめっき膜の析出性が向上するという効果が得られる。

【0030】また、上記第1及び第2の実施の形態において、第2のニッケルめっき膜14bの上に、金(A

u)、白金(Pt)又はパラジウム(Pd)を主成分とする貴金属による皮膜を形成してもよい。これにより、パッド表面の半田濡れ性をより一層向上させることができる。

### 【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明方法によれば、例えば中リンタイプ又は高リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用して被めっき材の表面にP含有率が高い第1のニッケルめっき膜を形成し、その後低リンタイプの無電解ニッケルめっき液を使用してリン含有率が低い第2のニッケルめっき膜を形成するので、良好なバリア性と半田濡れ性を兼備したニッケルめっき膜を比較的短時間で形成することができる。

【0032】また、めっき前にパラジウム水溶液、亜鉛水溶液又はニッケル水溶液で前処理することにより、ニッケルの析出性を向上させることができ、めっき不良の発生が防止される。更に、本発明の半導体装置によれば、パッドの上にリン含有率が5wt%以上の第1のニッケルめっき膜とリン含有率が5wt%未満の第2のニッケルめっき膜とが積層して形成されているので、パッドの上に形成される半田バンプとアルミニウムパッドとの反応を防止できるとともに、半田濡れ性が良好である。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による半導体装置の製造方法を示す図である。

【図2】半田濡れ性の評価に使用した実施例のサンプルを示す断面図である。

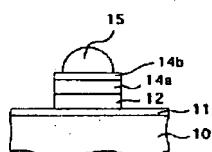
【図3】フリップチップ型半導体装置を示す断面図である。

### 【符号の説明】

- 10 ウエハ、
- 11 パッシベーション膜、
- 12, 22, 52 パッド、
- 14a, 24a 第1のニッケルめっき膜、
- 14b, 24b 第2のニッケルめっき膜、
- 15, 55 バンプ。

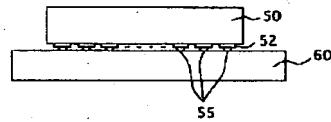
【図1】

12: パッド  
14a: 第1のニッケルめっき膜  
14b: 第2のニッケルめっき膜



【図3】

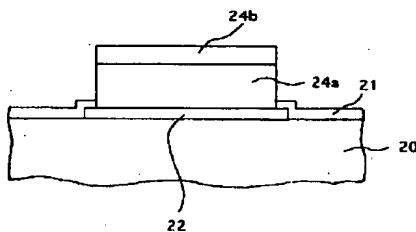
50: 半導体装置  
52: パッド  
55: バンプ



(6) 開2000-38682 (P2000-386JL)

【図2】

22: パッド  
24a: 第1のニッケルめっき膜  
24b: 第2のニッケルめっき膜



---

フロントページの続き

(72)発明者 仲田 実  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

F ターム(参考) 4K022 AA02 BA14 BA16 BA36 CA06  
CA16 CA19 CA21 DB02 DB29  
4M105 AA05 AA13 FF05 FF06